

07136 US
737

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 6月24日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-182867

[ST.10/C]:

[J P 2 0 0 2 - 1 8 2 8 6 7]

出 願 人

Applicant(s):

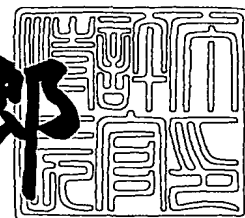
株式会社ニコン

株式会社ニコン技術工房

2003年 4月11日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3026203

【書類名】 特許願

【整理番号】 02-00690

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号
株式会社ニコン内

【氏名】 押野 哲也

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区二葉 1 丁目 3 番 2 5 号
株式会社ニコン技術工房内

【氏名】 奥山 猛

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【特許出願人】

【識別番号】 596075462

【氏名又は名称】 株式会社ニコン技術工房

【代理人】

【識別番号】 100100413

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡部 温

【選任した代理人】

【識別番号】 100110858

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳瀬 睦肇

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 033189

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0003412

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学素子保持機構、光学系鏡筒及び露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 板状の光学素子を光学系鏡筒に保持する機構であって、
前記光学素子の側周面に接着される接着部材と、
該接着部材から前記光学素子の周方向の双方向にそれぞれ延びる 2 枚の板バネと、を備え、

前記光学素子を、前記接着部材及び板バネを介して前記光学系鏡筒に保持することを特徴とする光学素子保持機構。

【請求項 2】 前記板バネが、2 枚のバネ片が剛体片を挟んで直列に接続されたものであることを特徴とする請求項 1 記載の光学素子保持機構。

【請求項 3】 前記接着部材が接着剤により前記光学素子側周面に接着されており、該接着部材の前記光学素子側周面と接する面が複数に分割されていることを特徴とする請求項 1 記載の光学素子保持機構。

【請求項 4】 前記接着部材及び板バネを含む保持部材のセットが前記光学素子側周面に 3 組以上分散配置されており、

該保持部材のセットを固定するリングと、

該リングと光学系鏡筒フランジ（それへの連結部材を含む）とを繋ぐ、該リングの厚さの $1/10$ 以下の薄い鍔部を有する部材と、

をさらに備えることを特徴とする請求項 1 記載の光学素子保持機構。

【請求項 5】 前記光学系鏡筒フランジと前記鍔部との間に介在するスペーサをさらに備えることを特徴とする請求項 4 記載の光学素子保持機構。

【請求項 6】 板状の光学素子を光学系鏡筒に保持する機構であって、
前記光学素子の端部を保持する保持部材と、

該保持部材を、重力方向には高剛性で支え、前記光学素子の周方向、径方向及び傾き方向には柔軟に支える弾性支持部材 1 と、

前記保持部材を、前記周方向には高剛性で支え、重力方向及び前記径方向には柔軟に支える弾性支持部材 2 と、

を備えることを特徴とする光学素子保持機構。

【請求項 7】 前記弾性支持部材 1 及び／又は弾性支持部材 2 が、前記高剛性で支える方向に直列に配列され、前記柔軟な方向にそれぞれ曲がり易い 2 組の板バネからなることを特徴とする請求項 6 記載の光学素子保持機構。

【請求項 8】 前記 2 組の板バネが、1 個のブロックの中に直交するように作り込まれている 2 次元板バネであることを特徴とする請求項 7 記載の光学素子保持機構。

【請求項 9】 前記板バネが、2 枚のバネ片が剛体片を挟んで直列に接続されたものであることを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の光学素子保持機構。

【請求項 10】 前記弾性支持部材の 2 組の板バネのセンターと、前記保持部材及び前記光学素子の端部の保持用突起のセンターとが一致していることを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の光学素子保持機構。

【請求項 11】 前記光学素子の保持機構のセットが、前記光学素子側周に 3 組以上分散配置されていることを特徴とする請求項 6 記載の光学素子保持機構。

【請求項 12】 光学素子を光学系鏡筒に保持する機構であって、
前記光学素子の端部を挟み込む挟持部材を備え、
該挟持部材の前記光学素子端部に接する当接面が、該光学素子端部の表面に沿うように傾き易い柔軟性を有することを特徴とする光学素子保持機構。

【請求項 13】 前記挟持部材の前記当接面が、該面の傾き易い方向に柔軟性を有する板バネで支えられていることを特徴とする請求項 12 記載の光学素子保持機構。

【請求項 14】 光学素子を光学系鏡筒に保持する機構であって、
前記光学素子の端部を挟み込む挟持部材と、
該挟持部材の挟み込み力を決める締結部材と、
該締結部材による挟み込み力を反映した撓みを生じる撓み部材と、
を備え、
該撓み部材の撓み状態により前記挟持部材の挟み込み力を測定可能なことを特徴とする光学素子保持機構。

【請求項 15】 光学素子の保持機構と、

該光学素子の位置調整機構及び／又は光学素子の形状調整機構と、
を具備する光学系鏡筒であって、

前記光学素子の保持機構が請求項 1 ～ 1 4 記載の光学素子保持機構であること
を特徴とする光学系鏡筒。

【請求項 1 6】 光学素子の保持機構と、
該光学素子の形状調整機構と、
を具備する光学系鏡筒であって、
前記形状調整機構が、前記光学素子の被保持部にモーメントをかけて前記光学
素子の形状誤差を補正することを特徴とする光学系鏡筒。

【請求項 1 7】 前記保持機構が、
前記光学素子の端部を保持する保持部材と、
該保持部材を、重力方向には高剛性で支え、水平方向には柔軟に支える弾性支
持部材と、を備え、
前記形状調整機構が、前記弾性支持部材に水平方向の変位を加えるアクチュエ
ータを有することを特徴とする請求項 1 6 記載の光学系鏡筒。

【請求項 1 8】 前記弾性支持部材が、1 個のブロックの中に直交するよう
に作り込まれている 2 次元板バネであることを特徴とする請求項 1 7 記載の光学
系鏡筒。

【請求項 1 9】 光学素子の保持機構と、
該光学素子の位置調整機構と、
を具備する光学系鏡筒であって、
前記位置調整機構が、
アクチュエータと、
該アクチュエータの動きを縮小して前記光学素子保持機構に伝える駆動量縮小
機構と、
を有することを特徴とする光学系鏡筒。

【請求項 2 0】 前記駆動機構が、支点が板バネからなるテコであることを
特徴とする請求項 1 9 記載の光学系鏡筒。

【請求項 2 1】 光学素子の保持機構と、

該光学素子の位置調整機構と、
を具備する光学系鏡筒であって、
前記位置調整機構が、

X、Y、 θ_z の調整機構と、Z、 θ_x 、 θ_y の調整機構とが並列的に配置されていることを特徴とする光学系鏡筒。

【請求項 2 2】 前記 Z、 θ_x 、 θ_y の調整機構が 3 つの Z 調整機構からなり、

該 Z 調整機構の上に、重力方向には高剛性で支え、水平方向には柔軟に支える弾性支持部材を備えることを特徴とする請求項 2 1 記載の光学系鏡筒。

【請求項 2 3】 前記弾性支持部材が、1 個のブロックの中に直交するように作り込まれている 2 次元板バネであることを特徴とする請求項 2 2 記載の光学系鏡筒。

【請求項 2 4】 前記光学素子の位置を固定する固定機構をさらに具備し、
該固定機構は、3 個以上の固定部材からなり、
これら各固定部材は、一方向に自由度を有する板バネからなり、
該板バネの自由度が互いに異なる向きとなるように配置されていることを特徴とする請求項 1 5 ～ 2 3 いずれか 1 項記載の光学系鏡筒。

【請求項 2 5】 エネルギー線を感じ基板に選択的に照射してパターン形成する露光装置であって、

該エネルギー線の光学系を搭載する請求項 1 5 ～ 2 1 の光学系鏡筒を具備することを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レンズやミラー等の光学素子を光学系鏡筒に保持する機構等に関する。特に、半導体デバイス露光装置等の精密光学機械において、光学素子の変形を抑制することのできる光学素子保持機構等に関する。また、そのような光学素子保持機構を有する露光装置に関する。

【0 0 0 2】

【背景技術】

EUV光（極端紫外光）露光装置を例に採って、背景技術を説明する。

図13は、EUV光露光装置の概略構成例を示す図である。

図13に示す露光装置は、EUV源101と、このEUV源101から射出したEUV光（波長13.4nm）100を反射型マスク102に照射させる照明光学系103と、反射型マスク102上の回路パターンをウエハ104上に投影するEUV投影光学系105と、マスクステージ106及びウエハステージ107から構成されている。

【0003】

この露光装置においては、EUV源101から発したEUV光100が照明光学系103を経て反射型マスク102に照射される。反射型マスク102で反射したEUV光100は、投影光学系105に入射する。投影光学系105を通ったEUV光100は、ウエハ104上に到達し、反射型マスク102上のパターンがウエハ104上に縮小転写される。

【0004】

投影光学系105は、一例で6枚の多層膜反射鏡（図示されず）で構成されており、その縮小倍率は1/5である。投影光学系105は、ウエハ104上において、幅2mm・長さ30mmの輪帯状の露光視野を有する。各反射鏡は反射面形状が非球面であり、その表面にはEUV光の反射率を向上するためのMo/Si多層膜がコートされている。露光時において、反射型マスク102、ウエハ104は、それぞれステージ106、107上で走査される。ウエハ104の走査速度は、常に反射型マスク102の走査速度の1/5となるように同期している。その結果、光学系の視野よりも大きい領域に広がるパターンを転写することができる。

【0005】

次いで、図14を参照して、光学系鏡筒についてより詳細に説明する。

図14は、EUV光露光装置の光学系鏡筒の一例を示す構成図である。

図14には、2枚の反射鏡（光学素子）111、112を保持する光学系鏡筒110が示されている。この鏡筒110は、鏡筒本体部110aとフランジ部1

10bを有する。なお、この鏡筒110はインバー製であり、熱変性が生じにくい。

【0006】

反射鏡111は、鏡筒110のフランジ部110b上において、位置調整機構（ピエゾモータ等）115を介して保持機構116で保持されている。位置調整機構115は、組み立て時あるいはその後において反射鏡の位置を調整するための機構である。一方、反射鏡112は、鏡筒110のフランジ部110b下において、保持機構117で保持されている。2枚の反射鏡111、112には、それぞれ穴111a、112aが開けられている。図の上部のマスク（物体、図示されず）から発した光100は、上の反射鏡111の穴111aを通して下の反射鏡112の上面に達し、ここで反射した光100が反射鏡111の下面に向かう。この光100は、さらに反射鏡111の下面で反射して下方に向かい、反射鏡112の穴112aを通してウエハ（像面、図示されず）に到達する。

【0007】

EUV光学系においては、前述の通り反射鏡（光学素子）表面にMo/Si多層膜がコートされている。EUV光学系の開口数は0.3であり、波面収差は1nmRMS以下が求められる。このような小さな波面収差を実現するためには、反射鏡として高精度な形状を有する非球面ミラーを用い、高精度なミラー組み立て・調整を行う必要がある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

図14を用いて説明したように、光学素子は保持機構116、117で鏡筒110に保持される。この種の保持機構は、高精度なミラーを変形させないで保持する機能と、光学素子の位置が変わらないようにする機能を兼ね備えていることが好ましい。

ここで、光学素子を変形させないようにする機能としては、光学素子が熱膨張した際に保持機構も変形して、光学素子の歪み（不均一変形）を抑制するような機能が考えられる。一方、光学素子の位置が変わらないようにする機能としては、光学素子を全方向で拘束することが考えられる。さらに、鏡筒が加振された場

合に、すべり等で位置ずれが生じないようにすることも必要である。

【 0 0 0 9 】

本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、光学素子の変形や位置変化を抑制することのできる、あるいは、光学素子を積極的に変形させてより良い光学性能を得ることのできる光学素子保持機構等を提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明の第 1 の光学素子保持機構は、板状の光学素子を光学系鏡筒に保持する機構であって、前記光学素子の側周面に接着される接着部材と、該接着部材から前記光学素子の周方向の双方向にそれぞれ延びる 2 枚の板バネと、を備え、前記光学素子を、前記接着部材及び板バネを介して前記光学系鏡筒に保持することを特徴とする。

この保持機構によれば、光学素子側面と光学系鏡筒との接触部において、板バネが光学素子側面の内外方向（光学素子の径方向）に容易に変形する。そのため、光学素子が熱膨張した場合にも、板バネが逃げて光学素子自体を押えるような力は働かないため、光学素子の局所的な変形を抑えることができる。なお、光学素子が均一な熱膨張をした場合よりも、不均一な局所的変形が起きた場合のほうが、波面収差への悪影響は著しい。

【 0 0 1 1 】

本発明の第 1 の光学素子保持機構においては、前記板バネが、2 枚のバネ片が剛体片を挟んで直列に接続されているものとすることができる。

この場合、板バネの座屈は抑制しつつ、板バネが横方向により変形し易くなり、光学素子の変形をより抑えることができる。なお、剛体片の長さは長く取ることが好ましい。

【 0 0 1 2 】

本発明の第 1 の光学素子保持機構においては、前記接着部材が接着剤により前記光学素子側周面に接着されており、該接着部材の前記光学素子側周面と接する面が複数に分割されていることが好ましい。

この場合、面を複数に分割することで接着剤の固化時の収縮が抑制され、光学素子の変形も抑制される。なお、例えば面に格子状等の溝を形成すると、面を容易に分割することができる。

接着剤としては、光学素子・光学系の光学性能や、光学系の周辺機器等に悪影響を及ぼさない材料（例えばエポキシ系接着剤等）を用いることが好ましい。特に、アウトガスの少ない接着剤を使用すると、ガスが光学素子に付着する等の悪影響を回避できる。

【0013】

本発明の第1の光学素子保持機構においては、前記接着部材及び板バネを含む保持部材のセットが前記光学素子側周面に3組以上分散配置されており、該保持部材のセットを固定するリングと、該リングと光学系鏡筒フランジ（それへの連結部材を含む）とを繋ぐ、該リングの厚さの $1/10$ 以下の薄い鍔部を有する部材と、をさらに備えることができる。

この場合、加工誤差や組み立て誤差に伴う変形が厚さの薄い低剛性の鍔部に偏って生じる。そのため、リング全体の変形が小さくなり、よって光学素子の変形も小さく抑えることができる。なお、変形をより鍔部に偏らせたい場合は、鍔部にスリットを形成することもできる。

【0014】

本発明の第1の光学素子保持機構においては、前記光学系鏡筒フランジと前記鍔部との間に介在するスペーサをさらに備えることができる。

この場合、スペーサ分のスペース（間隔）を確保することができるので、光学系鏡筒フランジと鍔状部材とが保持部分以外で接触するのを防止できる。なお、スペーサとして平坦なワッシャーを用いる場合は、取り付け時の鍔状部材の変形を抑制することができる。

【0015】

本発明の第2の光学素子保持機構は、板状の光学素子を光学系鏡筒に保持する機構であって、前記光学素子の端部を保持する保持部材と、該保持部材を、重力方向には高剛性で支え、前記光学素子の周方向、径方向及び傾き方向には柔軟に支える弾性支持部材1と、前記保持部材を、前記周方向には高剛性で支え

、重力方向及び前記径方向には柔軟に支える弾性支持部材 2 と、を備えることを特徴とする。

この光学素子保持機構によれば、弾性支持部材 1 の重力方向以外の剛性が柔軟であるので、保持機構と光学素子とを結合する際に生じる歪（双方の当接面の平坦性に起因する歪）を、弾性支持部材の変形で吸収することができる。そのため、結合時の光学素子の変形を抑制できる。さらに、温度変化により光学素子の端部が径方向に移動した場合にも、光学素子保持機構により光学素子の変形を抑えることができる。

【 0 0 1 6 】

本発明の第 2 の光学素子保持機構においては、前記弾性支持部材 1 及び／又は弾性支持部材 2 が、前記高剛性で支える方向に直列に配列され、前記柔軟な方向にそれぞれ曲がり易い 2 組の板バネからなるものとすることができる。

この場合、弾性支持部材の支え力を簡単に実現することができる。

【 0 0 1 7 】

本発明の第 2 の光学素子保持機構においては、前記 2 組の板バネが、1 個のブロックの中に直交するように作り込まれている 2 次元板バネであるものとすることができる。

この場合、前述と同様に、1 個のブロック中の小さいスペース内で 2 組の板バネ機能を実現することができる。

【 0 0 1 8 】

本発明の第 2 の光学素子保持機構においては、前記板バネが、2 枚のバネ片が剛体片を挟んで直列に接続されたものとすることができる。

この場合、前述と同様に、板バネがより変形し易くなり、光学素子の変形をより小さく抑えることができる。

【 0 0 1 9 】

本発明の第 2 の光学素子保持機構においては、前記弾性支持部材の 2 組の板バネのセンターと、前記保持部材及び前記光学素子の端部の保持用突起のセンターとが一致していることが好ましい。

光学素子には、単なる押し引き力が加わる以外にも、モーメント力が作用する

。これらの外力は、光学素子の形状に悪影響を及ぼす可能性がある。本発明のこの態様では、板バネと保持用突起のセンターとを一致させることで、保持用突起部分に無理な力が発生しないため、光学素子の変形を小さく抑えることができる。

【 0 0 2 0 】

本発明の第 2 の光学素子保持機構においては、前記光学素子の保持機構のセットが、前記光学素子側周に 3 組以上分散配置されているものとすることができる。

この場合、光学素子の拘束力を全水平方向に対して得ることができる。

【 0 0 2 1 】

本発明の第 3 の光学素子保持機構は、光学素子を光学系鏡筒に保持する機構であって、前記光学素子の端部を挟み込む挟持部材を備え、該挟持部材の前記光学素子端部に接する当接面が、該光学素子端部の表面に沿うように傾き易い柔軟性を有することを特徴とする。

この光学素子保持機構は、光学素子の端部を挟持部材で挟み込むことで保持する。このような機構は、接着剤等を用いないため、光学系鏡筒を真空中で使用する場合に好適である。さらに、光学素子が破損した場合に交換が容易である。そして、挟持部材の光学素子端部に接する当接面が、光学素子端部の表面に沿うように傾き易い柔軟性を有するので、光学素子に無理な力がかからず、光学素子の変形を防止できる。

【 0 0 2 2 】

本発明の第 3 の光学素子保持機構においては、前記挟持部材の前記当接面が、該面の傾き易い方向に柔軟性を有する板バネで支えられているものとすることができる。

この場合、板バネが変形して挟持部材の当接面を傾かせ、光学素子自体の変形を小さく抑えることができる。

【 0 0 2 3 】

本発明の第 4 の光学素子保持機構は、光学素子を光学系鏡筒に保持する機構であって、前記光学素子の端部を挟み込む挟持部材と、該挟持部材の挟み込み

力を決める締結部材と、該締結部材による挟み込み力を反映した撓みを生じる撓み部材と、を備え、該撓み部材の撓み状態により前記挟持部材の挟み込み力を測定可能なことを特徴とする。

この光学素子保持機構によれば、撓み部材の撓み量を測定しながら締結部材を調整することで、光学素子の挟み込み力を一定にすることができる。

【 0 0 2 4 】

本発明の第 1 の光学系鏡筒は、光学素子の保持機構と、該光学素子の位置調整機構及び／又は光学素子の形状調整機構と、を具備する光学系鏡筒であって、前記光学素子の保持機構が前述の光学素子保持機構であることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

本発明の第 2 の光学系鏡筒は、光学素子の保持機構と、該光学素子の形状調整機構と、を具備する光学系鏡筒であって、前記形状調整機構が、前記光学素子の被保持部にモーメントをかけて前記光学素子の形状誤差を補正することを特徴とする。

形状調整機構により光学素子の形状誤差を補正することで、所望の波面収差及び解像力が得やすくなる。

【 0 0 2 6 】

本発明の光学系鏡筒においては、前記保持機構が、前記光学素子の端部を保持する保持部材と、該保持部材を、重力方向には高剛性で支え、水平方向には柔軟に支える弾性支持部材と、を備え、前記形状調整機構が、前記弾性支持部材に水平方向の変位を加えるアクチュエータを有することができる。

この場合、アクチュエータで弾性支持部材に変位を加えて光学素子を変形させることができる。光学素子を変形すると、波面収差が変化するので、この変化を参照しながら光学素子の形状を調整することで、所望の波面収差を得ることができる。

【 0 0 2 7 】

本発明の光学系鏡筒においては、前記弾性支持部材が、1 個のブロックの中に直交するように作り込まれている 2 次元板バネであるものとすることができる。

この場合、前述と同様に、1 個のブロック中の小さいスペース内で 2 組の板バ

ネ機能を実現することができる。

【 0 0 2 8 】

本発明の第 3 の光学系鏡筒は、光学素子の保持機構と、該光学素子の位置調整機構と、を具備する光学系鏡筒であって、前記位置調整機構が、アクチュエータと、該アクチュエータの動きを縮小して前記光学素子保持機構に伝える駆動量縮小機構と、を有することを特徴とする。

このような光学系鏡筒は、駆動量微小機構で光学素子の微調整を行うことができるので、例えば要求位置精度が $1\ \mu\text{m}$ 程度の小さい場合に好適である。

【 0 0 2 9 】

本発明の光学系鏡筒においては、前記駆動機構が、支点が板バネからなるテコであるものとすることができる。

この場合、板バネの支点でバックラッシュをゼロとすることができるとともに、板バネの縮小により微調整を容易に行うことができる。しかも、調整後の安定性にも優れている。さらに、テコは、力点付近を固定することで基本的には固定状態を確保できるので、固定時に位置ずれが生じたとしても、そのずれ自体が縮小される。あるいは、テコの固定力は縮小に反比例するので、適当な力で十分な固定力を確保できる。

【 0 0 3 0 】

本発明の第 4 の光学系鏡筒は、光学素子の保持機構と、該光学素子の位置調整機構と、を具備する光学系鏡筒であって、前記位置調整機構が、 X 、 Y 、 θz の調整機構と、 Z 、 θx 、 θy の調整機構とが並列的に配置されていることを特徴とする。

このような光学系鏡筒は、両調整機構を縦に直列に並べたものに比べて、重量が軽いという利点がある。

【 0 0 3 1 】

本発明の第 4 の光学系鏡筒においては、前記 Z 、 θx 、 θy の調整機構が 3 つの Z 調整機構からなり、該 Z 調整機構の上に、重力方向には高剛性で支え、水平方向には柔軟に支える弾性支持部材を備えるものとすることができる。

この場合、弾性支持部材により、光学素子を X 、 Y に移動させた場合にも、 Z

調整機構が光学素子の水平方向の動きを拘束しないようにできる。

【0032】

本発明の第4の光学系鏡筒においては、前記弾性支持部材が、1個のブロックの中に直交するように作り込まれている2次元板バネであるものとすることができる。

この場合、前述と同様に、1個のブロック中の小さいスペース内で2組の板バネ機能を実現することができる。

【0033】

本発明の光学系鏡筒においては、前記光学素子の位置を固定する固定機構をさらに具備し、該固定機構は、3個以上の固定部材からなり、これら各固定部材は、一方向に自由度を有する板バネからなり、該板バネの自由度が互いに異なる向きとなるように配置されているものとすることができる。

この場合、光学素子の位置調整を行った後に、各板バネの動きが拘束し合って自由度がなくなり、光学素子の位置を維持できる。特に、3個の固定部材を120°間隔で分散配置し、板バネの向きも120°間隔で変え、固定機構が略完全に拘束できる。

【0034】

本発明の露光装置は、エネルギー線を感じ基板に選択的に照射してパターン形成する露光装置であって、該エネルギー線の光学系を搭載する前述の光学系鏡筒を具備することを特徴とする。

なお、前記エネルギー線の種類は、EUV光に限られるものではなく、紫外光、電子線、イオンビーム等であってもよい。また、露光の方式も特に限定されず、縮小投影露光や等倍近接転写であってもよい。

【0035】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しつつ説明する。なお、以下の説明における上下左右とは、特に断らない限り、各図における上下左右方向を指すものとする。

[第1実施例]

図1(A)は本発明の第1実施例に係る光学系鏡筒内のミラー保持機構を示す

平面図であり、図1（B）は同保持機構の接着部材の拡大図である。

図2（A）は同ミラー保持機構を示す側面断面図であり、図2（B）は同機構の錨状部材の平面図である。

【0036】

これらの図に示す板状のミラー1（光学素子）は、光学系鏡筒内に配置されている。このミラー1は、図1に示すように、3組の保持部材セット10で保持されている。これら保持部材セット10は、ミラー1の側周面に120°振り分けられて分散配置されている。同ミラー1は、図2（A）に示すように、これら3組の保持部材セット10、リング3及び錨状部材5によって、光学系鏡筒内に保持されている。

【0037】

まず、保持部材セット10について説明する。

図1に示すように、保持部材セット10は、連結部材18を備えている。この連結部材18は、前述のリング3（図2（A）参照）への連結用の部材である。連結部材18の内側（ミラー1側周面を向いた側）には、中央の接着部材16と、この接着部材16からミラー1の周方向の双方向にそれぞれ延びる2枚の板バネ11とが設けられている。

【0038】

接着部材16のミラー1側周面と対向する面（表面）には、縦及び横に延びる格子状の溝14が形成されている（図1（B）参照）。この格子状の溝14により、接着部材16表面は複数に分割されている。この接着部材16表面は、接着剤17でミラー1側周面に接着されている（図1及び図2（A）では、接着剤17は誇張して分厚く図示されている）。接着部材16表面を複数に分割することで、接着剤17の固化時の収縮が抑制され、ミラー1の変形が抑制される。接着剤17としては、ミラー1の光学性能や光学系鏡筒の周辺機器等に悪影響を及ぼさない材料（例えばエポキシ系接着剤等）を用いる。特に、アウトガスの少ない接着剤を使用すると、ガスがミラー1に付着する等の悪影響を回避できる。

【0039】

接着部材16の両側の各板バネ11は、2枚のバネ片12が剛体片13を挟ん

で直列に接続されてなる。剛体片 1 3 の長さは、2 枚のバネ片 1 2 の長さの合計の 2 倍以上となっている。バネ片 1 2 は、長くて薄いほど剛性が小さくなるが、過度に薄い場合は加工時や組立時に塑性変形を起こす可能性があるため、最小限の剛性が確保されるような性状とする。また、板バネの座屈を防止するためにも、バネ片 1 2 の長さを短くする意味がある。

【 0 0 4 0 】

実際には、ミラー 1 の剛性（これは概ねミラー 1 のサイズで決まる）や要求形状精度に応じて決めるものとする。一例で数値を述べると、バネ片の厚さは 0. 1 ～ 1 mm の範囲、長さは 1 mm ～ 1 0 mm の範囲で選択することができる。さらに、剛体片 1 3 の長さは、2 枚のバネ片 1 2 の長さの合計の 2 倍以上とするのが好ましい。例えば、ミラー 1 の直径が 2 0 0 mm、厚さが 3 0 mm の場合は、バネ片 1 2 の厚さを 0. 5 mm、長さを 3 mm 程度とし、剛体片 1 3 の長さを 1 5 mm とする。所見によれば、このような板バネを用いた場合にミラーの変形を 1 nm 以下に抑えることができた。

【 0 0 4 1 】

次に、リング 3 及び錨状部材 5 について説明する。

図 2 (A) に示すように、リング 3 は、ミラー 1 と光学系鏡筒フランジ 2 との間に介在している。このリング 3 の下端面に、各保持部材セット 1 0 の連結部材 1 8 が固定されている。リング 3 と光学系鏡筒フランジ 2 とは、錨状部材 5 で繋がれている。この錨状部材 5 は、リング 3 に外嵌する外嵌部 5 a と、この外嵌部 5 a 端部から外側に張り出した錨部 5 b とが一体形成されてなる。外嵌部 5 a とリング 3、及び、錨部 5 b と光学系鏡筒フランジ 2 は、それぞれネジ（図示されず）で結合されている。

【 0 0 4 2 】

錨状部材 5 の厚さは、リング 3 の厚さの $1/10$ 以下となっている。図 2 (B) に示すように、錨部 5 b にはスリット 5 c が切り込まれている。このような錨状部材 5 を介在させることにより、リング 3 の変形は、厚さの薄い低剛性の錨状部材 5 に偏って生じる。そのため、リング 3 全体の変形が小さくなり、ミラー 1 の変形も小さく抑えることができる。必ずしもスリット 5 c を設ける必要はない。

が、本実施例では錨状部材 5 にスリット 5 c を形成したことで剛性がより小さくなっており、リング 3 の変形はより錨状部材 5 に偏って生じる。

【0043】

なお、図 2 (A) に示すように、錨状部材 5 と光学系鏡筒フランジ 2 間には、ワッシャー等のスペーサ 7 を介装することもできる。この場合は、スペーサ 7 分のスペース（隙間）を確保することができるので、光学系鏡筒フランジ 2 と錨状部材 5 とが保持部分以外で接触するのを防止できる。あるいは、スペーサとして平坦なワッシャーを用いる場合は、取り付け時の錨状部材 5 の錨部 5 b の変形を抑制することもできる。

【0044】

このような保持機構によれば、ミラー 1 側面と光学系鏡筒フランジ 2 との接触部において、板バネ 1 1 がミラー 1 側面の垂直方向（ミラー 1 の径方向）に容易に変形する。そのため、ミラー 1 自身は上下・左右・前後に関して拘束されている一方で、ミラー 1 が熱膨張等により変形した場合にも、板バネ 1 1 が逃げてミラー 1 の不均一な局所変形を小さく抑えることができる。

【0045】

[第 2 実施例]

図 3 は、本発明の第 2 実施例に係る露光装置の光学系鏡筒を示す側面断面図である。

図 4 は、同鏡筒内のミラー及びその保持機構を示す平面断面図である。

図 5 は、同保持機構の保持部材の詳細な構成を示す正面図である。

図 6 (A) は図 5 の X-X 線に沿う断面図であり、図 6 (B) は外挟持部材の自由状態を示す説明図であり、図 6 (C) は外挟持部材の調整後の状態を示す説明図である。

図 7 は、図 5 の Y-Y 線に沿う断面図である。

図 8 は、図 7 の Z-Z 線に沿う断面図である。

図 9 は、図 3 及び図 4 に示す保持機構の弾性支持部材（2 次元板バネ）の詳細な構造を示す図である。（A）は正面図であり、（B）は側面図であり、（C）は上面図であり、（D）は下面図である。

【 0 0 4 6 】

図 3、図 4 等には、板状のミラー 2 0 1（光学素子）の端部（保持突起）2 0 1 A が示されている。ミラー 2 0 1 の保持突起 2 0 1 A は、ミラー側周面に互いに離れて 3 ヶ所に一体に形成されている。各保持突起 2 0 1 A は、本実施例では保持部材 2 0 に挟まれた状態で保持されている。

【 0 0 4 7 】

以下、主に図 5 ～図 8 を参照して、保持部材 2 0 の詳細な構成について説明する。

図 6 にわかり易く示すように、保持部材 2 0 は、ミラー 2 0 1 の保持突起 2 0 1 A を上下に挟み込む上下挟持部材 2 1 を備えている。この上下挟持部材 2 1 は、ミラー保持突起 2 0 1 A の上面に当接する上押え部材 2 2 と、ミラー保持突起 2 0 1 A の外周端及び下面に当接する下押え部材 2 3 とを有する。上押え部材 2 2 と下押え部材 2 3 は、図 5 に示すネジ S 1 で結合されている。なお、これら上下押え部材 2 2、2 3 は、一体に形成することもできる。

【 0 0 4 8 】

上押え部材 2 2 は、図 8 に最も良く示すように、ミラー保持突起 2 0 1 A の上面に当接する中央部 2 5 と、この中央部 2 5 を挟んで両側の端部 2 7 とを備えている。中央部 2 5 と両端部 2 7 とは、ワイヤーカット加工で形成された板バネ 2 8 で一体に繋がっている。この板バネ 2 8 により、中央部 2 5 は端部 2 7 に対して上下に変位できる。

【 0 0 4 9 】

下押え部材 2 3 は、図 6、図 7 に最も良く示すように、ミラー保持突起 2 0 1 A の外周端側に位置する側板部 3 1 と、ミラー保持突起 2 0 1 A の下面側に位置する下端部 3 3 とを有する略断面 L 字状（図 6 参照）の部材である。下押え部材 2 3 の側板部 3 1 は略平板状であり、内面に凹部 3 1 a が形成されている。この凹部 3 1 a には、ミラー保持突起 2 0 1 A の外周端部が係合する。下押え部材 2 3 の下端部 3 3 は、中央上側に凸部 3 3 a（図 8 参照）が形成されている。この凸部 3 3 a は、ミラー保持突起 2 0 1 A の下面側に当接する。

【 0 0 5 0 】

図 6、図 8 にわかり易く示すように、上押え部材 2 2 の中央部 2 5、及び、下押え部材 2 3 の下端部 3 3 には、それぞれ上ネジ軸 3 6、下ネジ軸 3 7 が挿通されている。これら上下ネジ軸 3 6、3 7 は、ミラー保持突起 2 0 1 A を介して互いに平行に位置している。これらのネジ軸 3 6、3 7 については後述する。

【 0 0 5 1 】

図 8 に示すように、ミラー保持突起 2 0 1 A の左端側において、上押え部材 2 2 の端部 2 7 と下押え部材 2 3 の下端部 3 3 間には、バネ付きブロック（左挟持部材）4 1 が配置されている。バネ付きブロック 4 1 と下押え部材 2 3 の側板部 3 1 は、図 5 に示すネジ S 2 で結合されている。このバネ付きブロック 4 1 は、ブロック本体 4 2 と当接部 4 3 を有する。当接部 4 3 には、ミラー保持突起 2 0 1 A の側面に当たる当接面 4 3 a が形成されている。当接部 4 3 を挟んで上下において、ブロック本体 4 2 には、上下ネジ軸 3 6、3 7 の左端部が挿じ込まれている。

【 0 0 5 2 】

ブロック本体 4 2 には、水平方向（光学素子 1 の径方向）変形用の板バネ（水平板バネ）4 5 が形成されている。この水平板バネ 4 5 は、図 7 にわかり易く示すように、ブロック本体 4 2 の厚みが薄くなるよう、両側面から幅中心に向けて上下方向に沿う溝が彫り込まれることで、ブロック本体 4 2 の一部（薄肉部）として形成されている。この水平板バネ 4 5 は、同一面内で互いに平行に 2 ヶ所に形成されている。この水平板バネ 4 5 により、ブロック本体 4 2 は図 7 の矢印 α 方向に傾斜（回転）可能である。

【 0 0 5 3 】

図 8 に示すように、バネ付きブロック 4 1 の当接部 4 3 は、ブロック本体 4 2 の右側に上下方向傾斜用の板バネ（上下板バネ）4 7 で繋がれている。この上下板バネ 4 7 は、ワイヤーカット加工によりブロック本体 4 2 に切り込み形成されている。当接部 4 3 の当接面 4 3 a は、ブロック本体 4 2 の端面よりも右側（ミラー保持突起 2 0 1 A 側）突出している。この上下板バネ 4 7 により、当接部 4 3 がブロック本体 4 2 に対して上下に傾く方向（図 8 の矢印 β 方向）に傾斜可能である。すなわち、上下板バネ 4 7 全体で、当接部 4 3 の当接面 4 3 a が傾斜可

能になっている。

【0054】

図8に示すように、ミラー保持突起201Aの右端側において、上押え部材22の端部27と下押え部材23の下端部33間には、右挟持部材51及び撓み板53が配置されている。右挟持部材51の上下端部には、上下ネジ軸36、37が挿通されている。右挟持部材51の左端側（ミラー保持突起201A側）には、ミラー保持突起201Aの側面に当たるミラー当接突起51aが形成されている。右挟持部材51の右端側（ミラー保持突起201Aと逆側）には、撓み板53の中心に当たる撓み板当接突起51bが形成されている。右挟持部材51と下押え部材23の側板部31は、図5に示すネジS3で結合されている。

【0055】

撓み板53は、右挟持部材51の右隣りに配置されている。撓み板53にも上下ネジ軸36、37が挿通している。この撓み板53よりも外側（図8の右側）において、上下ネジ軸36、37の右端部には、それぞれナット56、57が螺合している。撓み板53は、これらネジ軸36、37に支持された状態で、右挟持部材51の撓み板当接突起51bを力点としてナット56、57の締め付け量に伴い撓むことができる。なお、ネジ軸36、37を通して上押え部材22の中央部25や下押え部材23の下端部33、右挟持部材51の貫通孔はネジ軸36、37よりも大きく、ネジ軸36、37の外側には隙間がある。

【0056】

図5に示すように、上下挟持部材21の側板部31の右寄り部分には、窓39が2つ形成されている。各窓39からは、右挟持部材51及び撓み板53と、これらの間のネジ軸36、37が見えている。これら窓39から顕微鏡等で右挟持部材51と撓み板53との間の寸法を測定することで、ナット56、57の締め付け量に伴う撓み板53の撓み量を測定できる。そして、撓み板53の撓み量（前述の寸法）に基づき、ミラー保持突起201Aの左右側部の挟持力（バネ付きブロック41と右挟持部材51とで挟み込む力）を調整できる。

なお、図5の符号Tは、側板部31と図4の部材202とを結合するためのタップ穴である。

【 0 0 5 7 】

図 6 にわかり易く示すように、保持部材 2 0 の上下挟持部材 2 1 には、コ字状の外挟持部材 6 1 が外嵌している。外挟持部材 6 1 の上端部 6 2 の内側には、突起 6 2 a が形成されている。この突起 6 2 a は、上下挟持部材 2 1 の上押え部材 2 2 の中央部 2 5 上面に当たっている。外挟持部材 6 1 の下端部 6 3 は、上下挟持部材 2 1 の下押え部材 2 3 の下端部 3 3 に形成された凹部 3 4 内に配置されている。外挟持部材 6 1 の上端部 6 2 と下端部 6 3 間は、短冊板状の中間部 6 4 となっている。

【 0 0 5 8 】

図 8 に示すように、外挟持部材 6 1 の下端部 6 3 には、3 つの貫通孔 6 3 a (中央部)、6 3 b (両側部) が開けられている。中央の貫通孔 6 3 a と同心上において、下押え部材 2 3 の下端部 3 3 には位置決めピン 3 5 が固定されている。この位置決めピン 3 5 の下端部は、下端部 6 3 中央の貫通孔 6 3 a を通って、下側に突出している。さらに、外挟持部材 6 1 の下端部 6 3 の 2 つの貫通孔 6 3 b と略同心上において、下押え部材 2 3 の下端部 3 3 には 2 つのネジ孔 3 3 b が形成されている。両ネジ孔 3 3 b 内には、それぞれ穴付きネジ 3 2 が螺入している。

【 0 0 5 9 】

穴付きネジ 3 2 は、外挟持部材 6 1 の下端部 6 3 の貫通孔 6 3 b 内からレンチ等を入れて回すことで、ネジ孔 3 3 b 内を上下に移動できる。穴付きネジ 3 2 を回して下げると、ネジ下端が外挟持部材 6 1 の下端部 6 3 上面に当たり、同下端部 6 3 を押し下げる。この押し下げ力は、外挟持部材 6 1 の上端部 6 2 に伝わり、同上端部 6 2 も下がろうとする。この押し下げ力は、上端部 6 2 の突起 6 2 a から上押え部材 2 2 の中央部 2 5 を介してミラー保持突起 2 0 1 A に伝わる。すなわち、穴付きネジ 3 2 を下げた場合は、上下挟持部材 2 1 の上押え部材 2 2 と下押え部材 2 3 間で、ミラー保持突起 2 0 1 A を挟む力が大きくなる。逆に、穴付きネジ 3 2 を回して上げ、ネジ下端が外挟持部材 6 1 の下端部 6 3 上面から離れると、上下挟持部材 2 1 の上押え部材 2 2 と下押え部材 2 3 間のミラー保持突起 2 0 1 A の挟み力が小さくなる。

【 0 0 6 0 】

ここで、図 6 (B)、(C) を参照して、穴付きネジ 3 2 の上下に伴う外挟持部材 6 1 の変形（挟む力の調節）について説明する。図 6 (B) に示すように、ネジ下端が外挟持部材 6 1 の下端部 6 3 上面に当たるまでは、外挟持部材 6 1 は平常のコ字状を保っている。この状態から穴付きネジ 3 2 が下がって、ネジ下端が外挟持部材 6 1 の下端部 6 3 を押し下げると、図 6 (C) に示すように、主に中間部 6 4 が撓んで外挟持部材 6 1 が変形する。このときの外挟持部材 6 1 の変形量 δ は、穴付きネジ 3 2 の下がり位置に応じて調節できる。

【 0 0 6 1 】

従来は、このような挟持部材がなく、ミラー保持突起をネジで直接的に押えており、ミラー保持突起を押える力をネジの締め付けトルクでもって管理していた。しかしながら、このような管理では、トルクが一定であっても押える力は一定にはなりにくいため、ミラー保持突起を押える力が安定しにくく、そのためミラー変形が一定ではなかった。一方、前述した保持部材 2 0 は、ミラー保持突起を押える力を目に見える形で管理できるので、保持に必要な挟持力を確実に得ることができる。つまり、保持部材 2 0 により、極力ミラーを変形させないようにするとともに、ミラーの不可避的な変形については常に安定的に管理することができる。

【 0 0 6 2 】

このように、本実施例の保持部材 2 0 を用いると、ミラー保持突起 2 0 1 A を上下左右四方向から挟み込むことができる。そして、バネ付きブロック 4 1 の板バネ 4 5、4 7、並びに、上押え部材 2 2 の板バネ 2 8 の作用により、ミラー保持突起 2 0 1 A を柔軟に且つピッタリと左右・上下で挟むことができる。これにより、ミラー保持突起 2 0 1 A の局所的な変形が抑制されるとともに、当接部の摩擦力が増大してミラー保持突起 2 0 1 A の位置ずれも抑制される。あるいは、ミラー保持突起 2 0 1 A の高い保持力を実現することもできる。さらに、上押え部材 2 2 の板バネ 2 8 と、バネ付きブロック 4 1 の板バネ 4 5、4 7 とが変形して逃げることで、ミラー保持突起 2 0 1 A に無理な力がかからず、その変形を小さく抑えることができる。

【 0 0 6 3 】

再び図 3 及び図 4 に戻って説明する。

図 3 に示すように、保持部材 2 0 の下側には弾性支持部材（弾性支持部材 1）7 0 が配置されている。一方、図 4 に示すように、保持部材 2 0 の左右にも弾性支持部材（弾性支持部材 2）7 0 が配置されている。これら弾性支持部材 7 0 は、図 9 に詳細に示す 2 次元板バネである。各弾性支持部材（2 次元板バネ）7 0 の構造は実質的に同一であるため、以下、図 9 を参照してこの 2 次元板バネ 7 0 の構成を説明する。

【 0 0 6 4 】

図 9 に示すように、この 2 次元板バネ 7 0 は、2 組の板バネが 1 個のブロックの中に直交するように作り込まれている。より詳しくは、この 2 次元板バネ 7 0 は、中央のブロック部 7 1 を備えている。このブロック部 7 1 は、略直方体状の中実のものである。同部 7 1 の上端及び下端には、左右両側（ブロック長手方向）に羽根状に張り出した取付片部 7 2、7 3 がそれぞれ形成されている。そして、ブロック部 7 1 には、一筆書きのワイヤーカット加工によって、2 組の板バネを形成する切り込み溝 7 5・7 5'、7 6・7 6' が直交するように切り込まれている。切り込み溝 7 5 と 7 5'、並びに、切り込み溝 7 6 と 7 6' は、それぞれブロック部 7 1 の中心線 C 1（図 9（A）参照）、C 2（図 9（B）参照）に対して対称に切り込まれている。各溝の幅は、一例で 0. 3 mm 程度である。

【 0 0 6 5 】

切り込み溝 7 5（及びそれと対称な切り込み溝 7 5'）は、以下の第 1～第 4 切込部 7 5 a～7 5 d が連なるように形成されたものである；図 9（A）に示すように、第 1 切込部 7 5 a は、ブロック部 7 1 側部と上端取付片部 7 2 の境界部近傍から中心線 C 1 近傍に延びる。第 2 切込部 7 5 b は、第 1 切込部 7 5 a 終端から 9 0° 曲がって中心線 C 1 と平行に延びる。第 3 切込部 7 5 c は、第 2 切込部 7 5 b 終端から中心線 C 1 とは離れる側に膨らむようにコ字状に切り込まれる。第 4 切込部 7 5 d は、第 3 切込部 7 5 c 終端から 9 0° 曲がって中心線 C 1 と平行に延びる（第 2 切込部 7 5 b と同一直線上に延びる）。前記第 2 切込部 7 5 b と 7 5 b' の間、並びに、第 4 切込部 7 5 d と 7 5 d' の間に、薄い板バ

ネ 7 7 X、7 7 Y が形成されている。

【 0 0 6 6 】

切り込み溝 7 6（及びそれと対称な切り込み溝 7 6'）は、以下の第 1～第 4 切込部 7 6 a～7 6 d が連なるように形成されたものである；図 9（B）に示すように、第 1 切込部 7 6 a は、ブロック部 7 1 側部と下端取付片部 7 3 の境界部近傍から中心線 C 2 近傍に延びる。第 2 切込部 7 6 b は、第 1 切込部 7 6 a 終端から 9 0° 曲がって中心線 C 2 と平行に延びる。第 3 切込部 7 6 c は、第 2 切込部 7 6 b 終端から中心線 C 2 とは離れる側に膨らむようにコ字状に切り込まれてなる。第 4 切込部 7 6 d は、第 3 切込部 7 6 c 終端から 9 0° 曲がって中心線 C 2 と平行に延びる（第 2 切込部 7 6 b と同一直線上に延びる）。前記第 2 切込部 7 6 b と 7 6 b' の間、並びに、第 4 切込部 7 6 d と 7 6 d' の間に、薄い板バネ 7 8 X、7 8 Y が形成されている。

【 0 0 6 7 】

切り込み溝 7 5・7 5' 及び 7 6・7 6' が切り込まれることで、ブロック部 7 1 は、図 9（A）及び図 9（B）の矢印方向（水平及び傾き（回転）の両方向）に変位可能である。このような各溝の形成に用いたワイヤーカット加工は、ブロック部 7 1 に過度な力を加えることなく精密な加工を行うことができる。このような 2 次元板バネ 7 0 により、1 個のブロック中の小さいスペース内で 2 組の板バネ機能を実現することができる。

【 0 0 6 8 】

2 次元板バネ 7 0 のブロック部 7 1 の上下端面中心には、それぞれピン孔 7 1 a、7 1 b が形成されている。上側のピン孔 7 1 a には、位置決めピン 3 5（図 3 等参照）が係合する。上取付片部 7 2 の孔 7 2 a、及び、下取付片部 7 3 の孔 7 3 a は、それぞれ 2 次元板バネ 7 0 固定用ネジが挿通される挿通用孔である。

【 0 0 6 9 】

再び図 3 及び図 4 に戻って説明する。

図 3 に示すように、ミラー保持突起 2 0 1 A の保持部材 2 0 と 2 次元板バネ 7 0 は、保持部材 2 0 の位置決めピン 3 5 が 2 次元板バネ 7 0 のピン孔 7 1 a に係合した状態でネジ結合される。このとき、2 次元板バネ 7 0 のセンターと、保持

機構の位置決めピン 35 のセンターとは一致している。このようにセンターを一致させて位置決めピン 35 のほぼ中央と 2 次元板バネ 70 の面とを一致させることで、ミラー 201 に重力や衝撃が加わっても、ミラー保持突起 201A を掴んでいる箇所に無理な力がかからない。そのため、ミラー 201 の変形を小さく抑えることができる。なお、保持部材 20 は、ミラー保持突起 201A と一体にすることが目的であり、保持部材 20 自体は歪まない。

【0070】

図 3 に示すような、保持部材 20 の下側に取り付けられた 2 次元板バネ（弾性支持部材 1）70 は、保持部材 20 を、重力方向には高剛性で支え、ミラー周方向、径方向及び傾き方向には柔軟に支える。一方、図 4 に示すような、保持部材 20 の左右に取り付けられた 2 次元板バネ（弾性支持部材 2）70 は、保持部材 20 を、ミラー周方向には高剛性で支え、重力方向及びミラー径方向には柔軟に支える。このようなミラーの保持機構によれば、保持部材 20 とミラー 201 と結合する際に生じる歪（双方の当接面の平坦性に起因する歪）を、各 2 次元板バネ 70 の変形で吸収することができる。そのため、結合時のミラー 201 の変形を抑制できる。

【0071】

図 3 に示すように、2 次元板バネ 70 の下端取付片部 73 は、リング 3 に固定される。さらに、リング 3 と光学系鏡筒フランジ 2 の間に挟まれた状態で、ミラー 201 の位置調整機構 80、81、82 が配置されている。一方、リング 3 と光学系鏡筒フランジ 2 を繋ぐように、固定機構 90 が配置されている。

【0072】

位置調整機構 80 は、ミラー 201 の Z 、 θ_x 、 θ_y の位置調整（ X 、 Y 、 Z は図 3 の矢印方向参照）を行う。一方、位置調整機構 81、82 は、ミラー 201 の X 、 Y 、 θ_z の位置調整（ X 、 Y 、 Z は図 3 の矢印方向参照）を行う。位置調整機構 80 は、例えば DC モータやピコモータ（PZT モータ）等のアクチュエータで作用する。

【0073】

ミラー 201 として高精度な非球面ミラーを用いる場合には、要求される位置

精度が $1\ \mu\text{m}$ 程度と小さい場合がある。ミラー 201 が球面ミラーである場合は、横ずれは傾きと同じ収差を発生させることが多い。一方、ミラー 201 が非球面ミラーである場合は、収差の発生量や種類が同じであるとは限らない。本実施例の位置調整機構 80、81、82 は、横ずらしと傾きの両方の機能、及び、間隔調整機能（つまり X、Y、Z、 θ_x 、 θ_y 、 θ_z 調整）を有しているので、これらの機能を適宜調整してミラー 201 の位置誤差を補正することにより、所望の波面収差及び解像力が得やすくなる。

【0074】

さらに、位置調整機構 80、81、82 は、図 10 に示すような駆動量縮小機構（てこ機構）で構成することができる。

図 10（A）は本実施の形態における位置調整機構（81、82）の駆動量縮小機構の一例を主に示す平面図であり、図 10（B）は位置調整機構（80）の一例を主に示す構成図である。

図 10（A）の左のてこ機構（Y 方向位置調整機構）81 と、右のてこ機構（YX 方向位置調整機構）82 は、前述の通りミラー 201 の X、Y、 θ_z の位置の微調整を行う機構である。図 10（B）には、図 10（A）の中央のリング 3（仮想的に示す）周囲に 120° 間隔で配置された調整機構 80（計 3 つ）の詳細が示されている。これら 3 つの調整機構 80 は、前述の通りミラー 201 の Z、 θ_x 、 θ_y の位置調整を行う機構である。各機構 80、81、82 は、図 3 に示すように、保持機構の直下に配置されている（図 3 と図 10（A）の支持点 F 参照）。調整機構 80 がリング 3 の直下に配置されていることで、リング 3 の剛性を低くできるようになっている。ただし、調整機構 80 は、必ずしも保持機構の直下に配置される必要はない。

【0075】

駆動量縮小機構は、アクチュエータ A の動きを縮小してリング 3 に伝える。リング 3 の位置を調整することによって、ミラー 201 の位置が調整される。駆動量縮小機構は、てこレバー 85 を備えている。このてこレバー 85 は、図 10（B）に示すように、光学系鏡筒フランジ 2 に固定される固定部 85a と、2 次元板バネ 70 を介してリング 3 に接続される移動部 85b と、これら両部間を繋ぐ

板バネ 8 6 を有する。固定部 8 5 a と移動部 8 5 b は、板バネ 8 6 を挟んで平行に配置されている。

【0076】

駆動量縮小機構（位置調整機構 8 0）は、アクチュエータ A を作動すると、てこレバー 8 5 の移動部 8 5 b が図 1 0（B）の矢印 Z 1 方向に動く。この移動部 8 5 b の動きは、板バネ 8 6 を支点として、2 次元板バネ 8 7 を図 1 0（B）の矢印 Z 2 方向に動かす。このとき、てこレバー 8 5 のてこ作用により、移動部 8 5 b の動き（アクチュエータ A の駆動量）が縮小されて 2 次元板バネ 7 0 に伝わる。

駆動量縮小機構（位置調整機構 8 1、8 2）は、前述と同様にして、各アクチュエータ A を作動すると、各板バネ 8 6 を支点として、各 2 次元板バネに縮小された駆動量が伝わる。この駆動量は、各 2 次元板バネから支持点（力点）F においてリング 3 に作用する。位置調整機構 8 1 においては、2 次元板バネ 8 8 が図 1 0（A）の矢印 Y 方向に動く。一方、位置調整機構 8 2 においては、2 つの 2 次元板バネ 8 8 がそれぞれ図 1 0（A）の矢印 Y、X に動く。

このような駆動量微小機構（位置調整機構 8 0、8 1、8 2）により、ミラー 2 0 1 の位置微調整を行うことができる。

【0077】

ところで、前述の位置調整機構 8 0、8 1、8 2 によりミラー 2 0 1 の位置を調整した後、その位置を維持しなければならないが、位置調整機構 8 0、8 1、8 2 では位置の維持能力が充分でない場合がある。このような場合、前述の図 3 の固定機構 9 0 を用いる。

図 1 2（A）は本発明に係る光学系鏡筒の固定機構の例を示す平面図であり、図 1 2（B）は同固定機構の側面図である。

【0078】

図 1 2（及び前述の図 3）に示すように、固定機構 9 0 は、光学系鏡筒フランジ 2 とリング 3 を繋ぐクランプ部材 9 1 と板バネ 9 2 とからなる。板バネ 9 2 は、クランプ部材 9 1 に光学系鏡筒フランジ 2・リング 3 をネジ等で結合する際、リング 3 の位置がずれないようにする役割を果たす。この板バネ 9 2 は、2 枚の

バネ片 9 5 が剛体片 9 6 を挟んで直列に接続されてなる。2 枚のバネ片 9 5 は、同一平面内に位置する。各板バネ 9 2 は、リング 3 の周方向に沿って 3 組以上分散配置する。このとき、分散配置された各板バネ 9 2 の自由度が互いに異なる向きとなるように配置する。

【 0 0 7 9 】

このように板バネ 9 2 を配置すると、保持部材 2 0 の位置調整を行った後に、各板バネ 9 2 の動きが拘束し合って自由度がなくなり、ミラーの位置を維持できる。特に、図のように 3 組の固定機構 9 0 を 120° 間隔で分散配置し、板バネ 9 2 の向きも 120° 間隔で変えれば、固定機構 9 0 が略完全に拘束できる。なお、3 組が最もバランスがよく理想的ではあるが、さらに強固に固定したい場合は 4 組以上とすることもできる。4 組以上とした場合は、不静定で過剰拘束となるが、リング 3 をより強く固定できる。この際、リング 3 が多少歪んだとしても、2 次元板バネ 7 0 がバネ変形するため、リング 3 の歪はミラー 2 0 1 の変形には影響が少ない。また、リング 3 の歪の許容量は、ミラー 2 0 1 の許容歪量に比べれば各段に大きいので、大きな問題はないといえる。

【 0 0 8 0 】

なお、図 1 1 に示すアクチュエータでミラーの形状誤差を補正することも可能である。ここで述べるミラーの形状誤差の補正は、前述のミラーの位置微調整とは別の調整である。

図 1 1 (A) 及び (B) は、2 次元板バネとリング間に 2 次元アクチュエータ (形状調整機構) が設けられた例を示す図である。

図 1 1 においては、図 3 に示す 2 次元板バネ 7 0 とリング 3 間に、2 次元アクチュエータ B が設けられている。2 次元アクチュエータ B を作動すると、2 次元板バネ 7 0 に周方向又は径方向の変位を加えることができる。図 1 1 (A) は、2 次元アクチュエータ B で 2 次元板バネ 7 0 を径方向に変位させ、ミラー 2 0 1 の保持突起 2 0 1 A に矢印 M 1 のモーメント力を与えた状態を模式的に示す。一方、図 1 1 (B) は、2 次元アクチュエータ B で 2 次元板バネ 7 0 を周方向に変位させ、ミラー 2 0 1 の保持突起 2 0 1 A に矢印 M 2 のモーメント力を与えた状態を模式的に示す。ミラー 2 0 1 が変形すると波面収差が変化するので、これに

基づき所望の波面収差となるようなモーメント力を加え、ミラーの形状誤差を補正する。

【 0 0 8 1 】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、光学素子の変形を抑制することのできる等の効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 (A) は本発明の第 1 実施例に係る光学系鏡筒内のミラー保持機構を示す平面図であり、図 1 (B) は同保持機構の接着部材の拡大図である。

【図 2】

図 2 (A) は同ミラー保持機構を示す側面断面図であり、図 2 (B) は同機構の鏑状部材の平面図である。

【図 3】

本発明の第 2 実施例に係る露光装置の光学系鏡筒を示す側面断面図である。

【図 4】

同鏡筒内のミラー及びその保持機構を示す平面断面図である。

【図 5】

同保持機構の保持部材の詳細な構成を示す正面図である。

【図 6】

図 6 (A) は図 5 の X - X 線に沿う断面図であり、図 6 (B) は外挟持部材の自由状態を示す説明図であり、図 6 (C) は外挟持部材の調整後の状態を示す説明図である。

【図 7】

図 5 の Y - Y 線に沿う断面図である。

【図 8】

図 7 の Z - Z 線に沿う断面図である。

【図 9】

図 3 及び図 4 に示す保持機構の弾性支持部材（２次元板バネ）の詳細な構造を

示す図である。(A)は正面図であり、(B)は側面図であり、(C)は上面図であり、(D)は下面図である。

【図 1 0】

図 1 0 (A)は本実施の形態における位置調整機構(81、82)の駆動量縮小機構の一例を主に示す平面図であり、図 1 0 (B)は位置調整機構(80)の一例を主に示す構成図である。

【図 1 1】

2次元板バネとリング間に2次元アクチュエータ(形状調整機構)が設けられた例を示す図である。

【図 1 2】

図 1 2 (A)は本発明に係る光学系鏡筒の固定機構の例を示す平面図であり、図 1 2 (B)は同固定機構の側面図である。

【図 1 3】

EUV光露光装置の概略構成例を示す図である。

【図 1 4】

EUV光露光装置の光学系鏡筒の一例を示す構成図である。

【符号の説明】

1、201 ミラー(光学素子)

1A、201A ミラー保持突起

2 光学系鏡筒フランジ

3 リング

5 錨状部材

5a 外嵌部

5b 錨部

5c スリット

7 スペーサ

10 保持部材セット

11 板バネ

12 バネ片

13 剛体片

14 溝

16 接着部材

17 接着剤

18 連結部材

20 保持部材

21 上下挟持部材

22 上押え部材

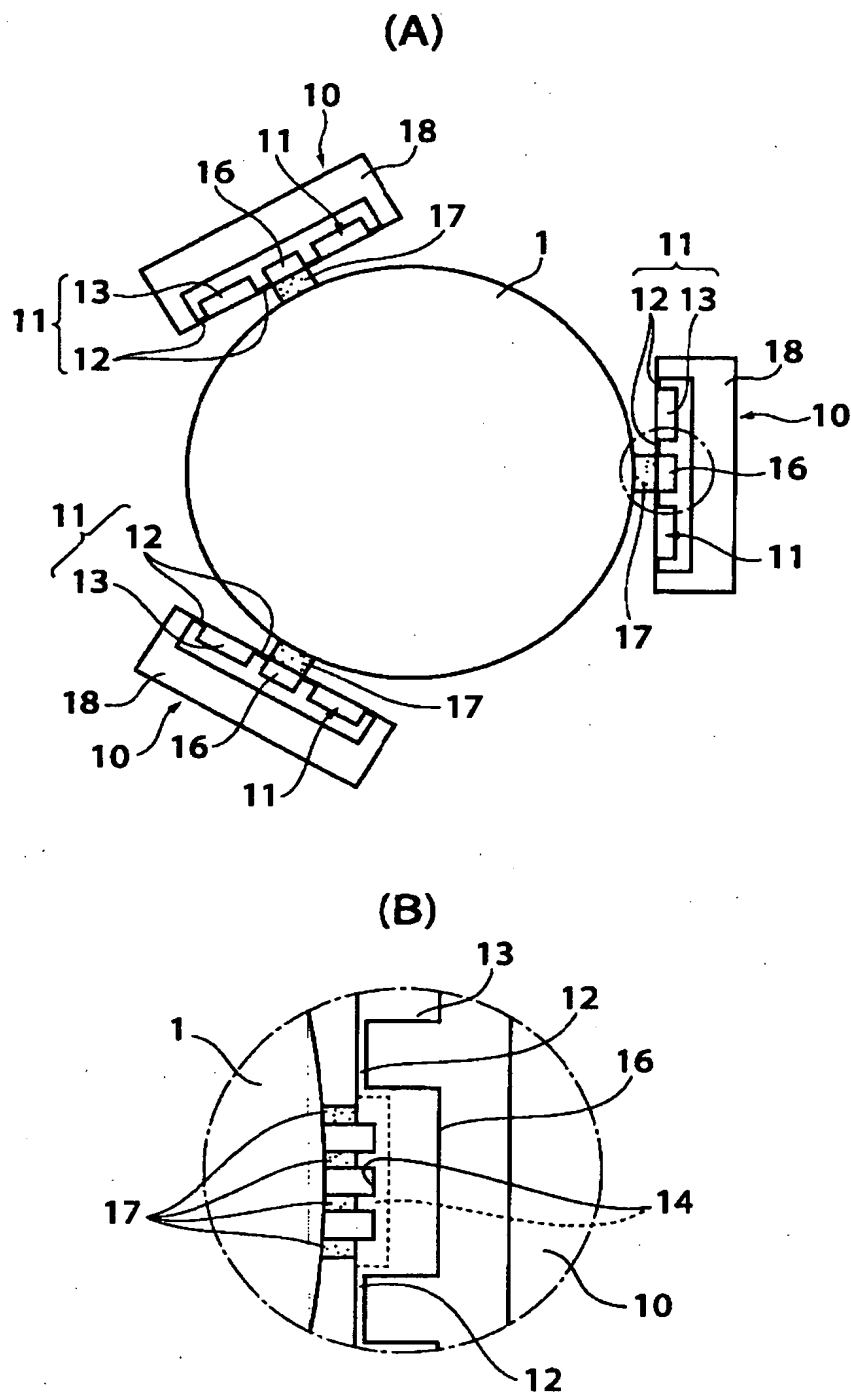
23 下押え部材

- | | |
|-----------------------------|-----------------|
| 2 5 中央部 | 2 7 端部 |
| 2 8 板バネ | 3 1 側板部 |
| 3 2 穴付きネジ | 3 3 下端部 |
| 3 5 位置決めピン | 3 6 上ネジ軸 |
| 3 7 下ネジ軸 | 3 9 窓 |
| 4 1 バネ付きブロック（左挟持部材） | 4 2 ブロック本体 |
| 4 3 当接部 | 4 3 a 当接面 |
| 4 5 板バネ（水平板バネ） | 4 7 板バネ（上下板バネ） |
| 5 1 右挟持部材 | |
| 5 1 a ミラー当接突起 | 5 1 b 撓み板当接突起 |
| 5 3 撓み板 | 5 6、5 7 ナット |
| 6 1 外挟持部材 | |
| 6 2 上端部 | 6 2 a 突起 |
| 6 3 下端部 | 6 3 a、6 3 b 貫通孔 |
| 6 4 変形部 | |
| 7 0 2次元板バネ | 7 1 ブロック部 |
| 7 1 a、7 1 b ピン孔 | 7 2、7 3 取付片部 |
| 7 5、7 5'、7 6、7 6' 切り込み溝 | |
| 7 7 X、7 7 Y、7 8 X、7 8 Y 板バネ | |
| 8 0 調整機構 | |
| 8 1 Y方向位置調整機構 | 8 2 Y X方向位置調整機構 |
| 8 5 てこレバー | |
| 8 5 a 固定部 | 8 5 b 移動部 |
| 8 6 板バネ | |
| 9 0 固定機構 | 9 1 クランプ部材 |
| 9 2 板バネ | 9 5 バネ片 |
| 9 6 剛体片 | A、B アクチュエータ |

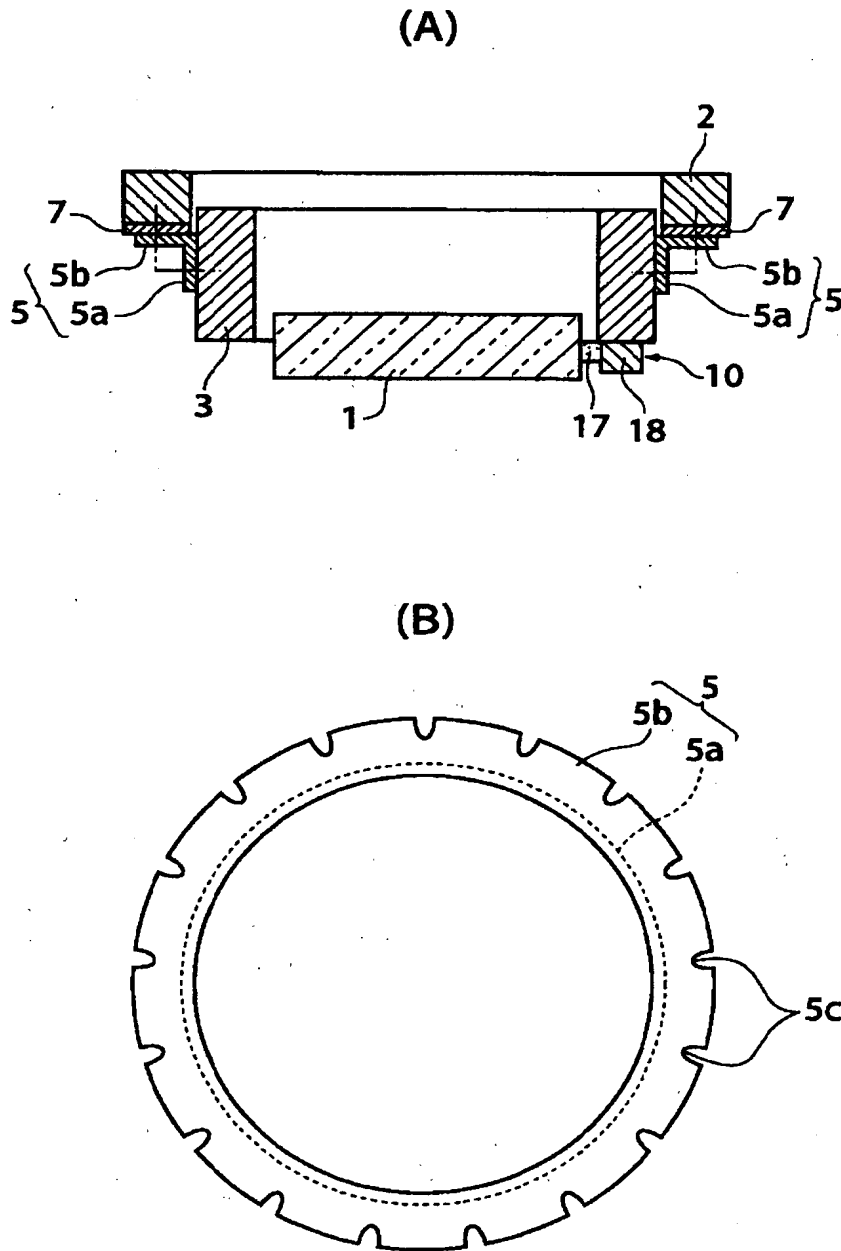
【書類名】

図面

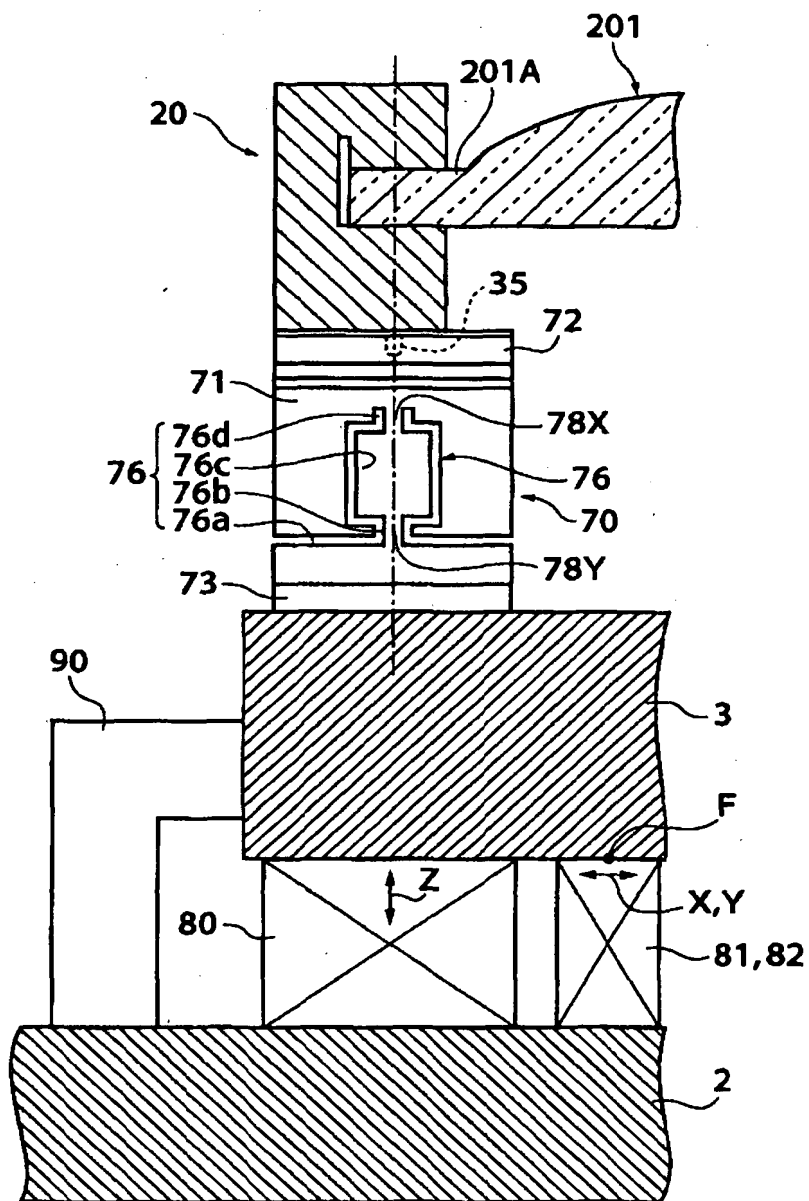
【図 1】



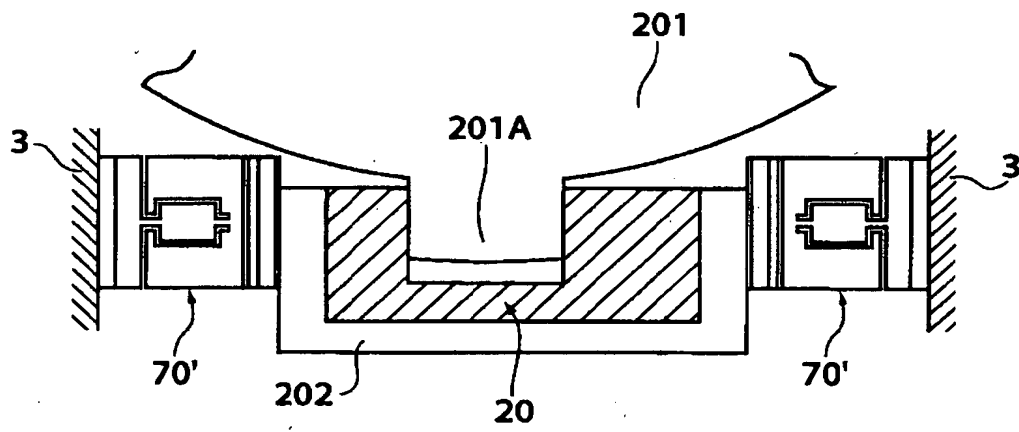
【図 2.】



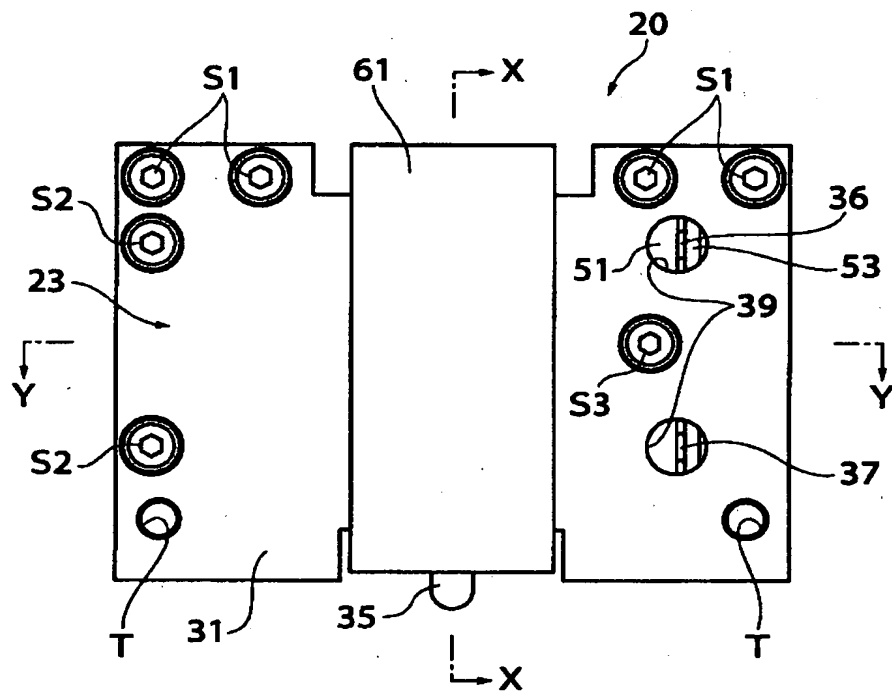
【図3】



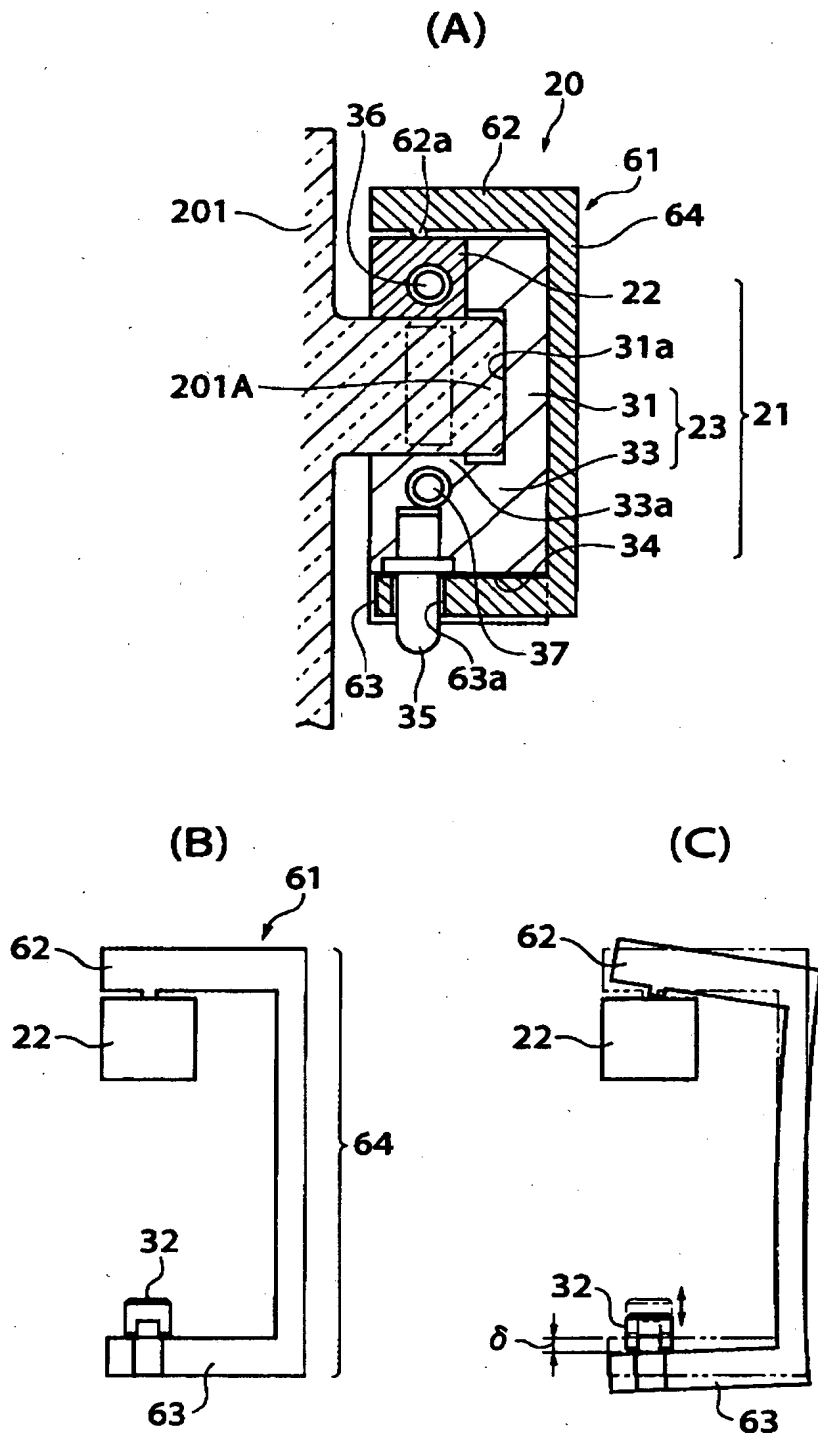
【図4】



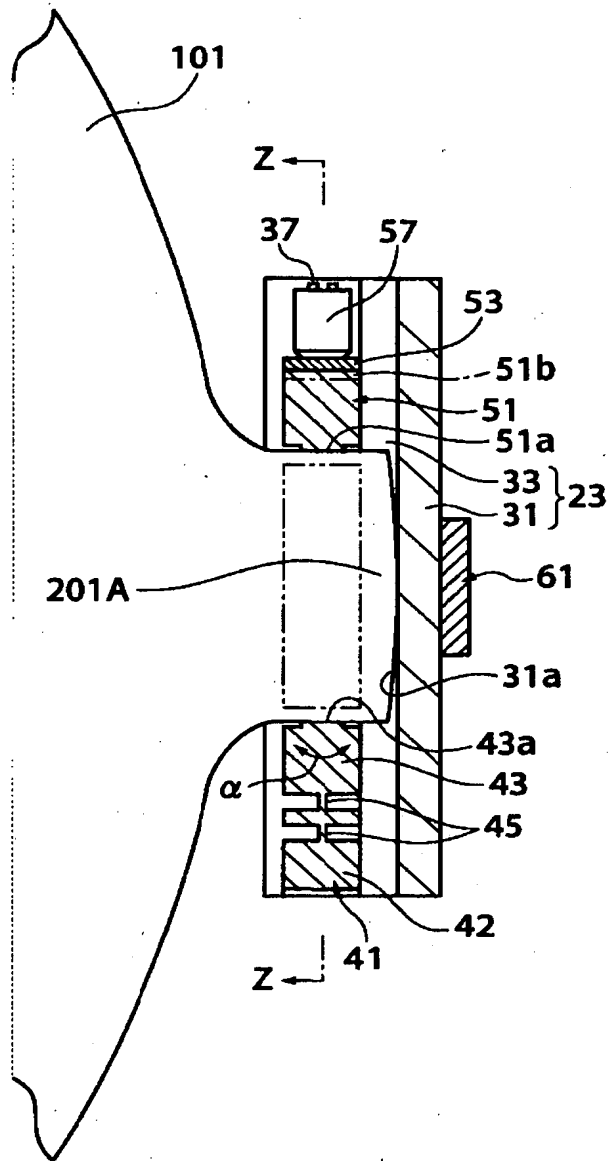
【図 5】



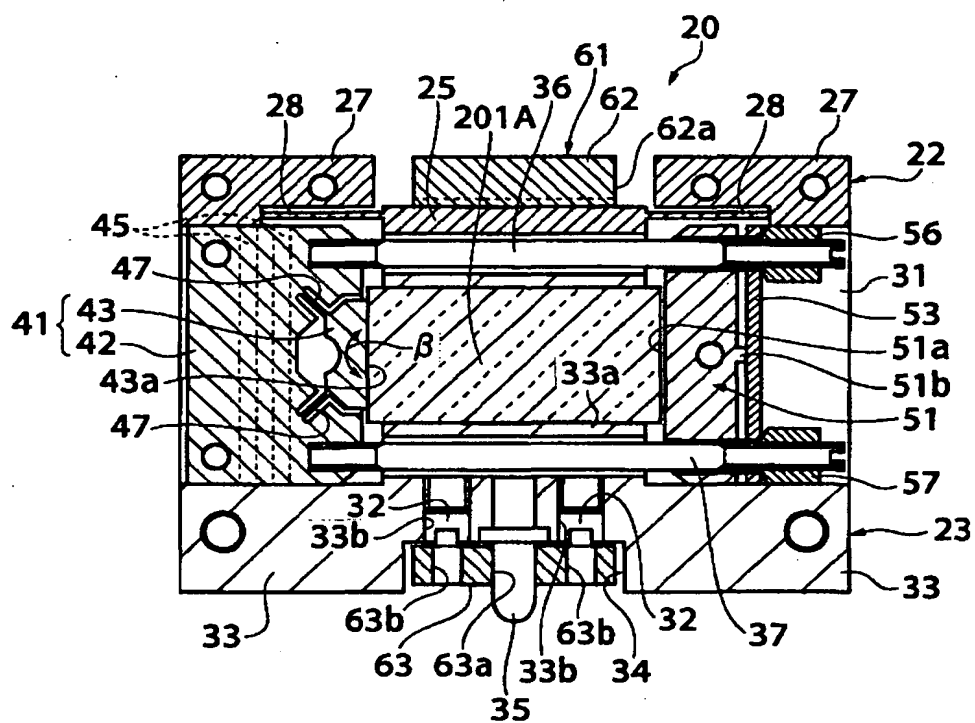
【図 6】



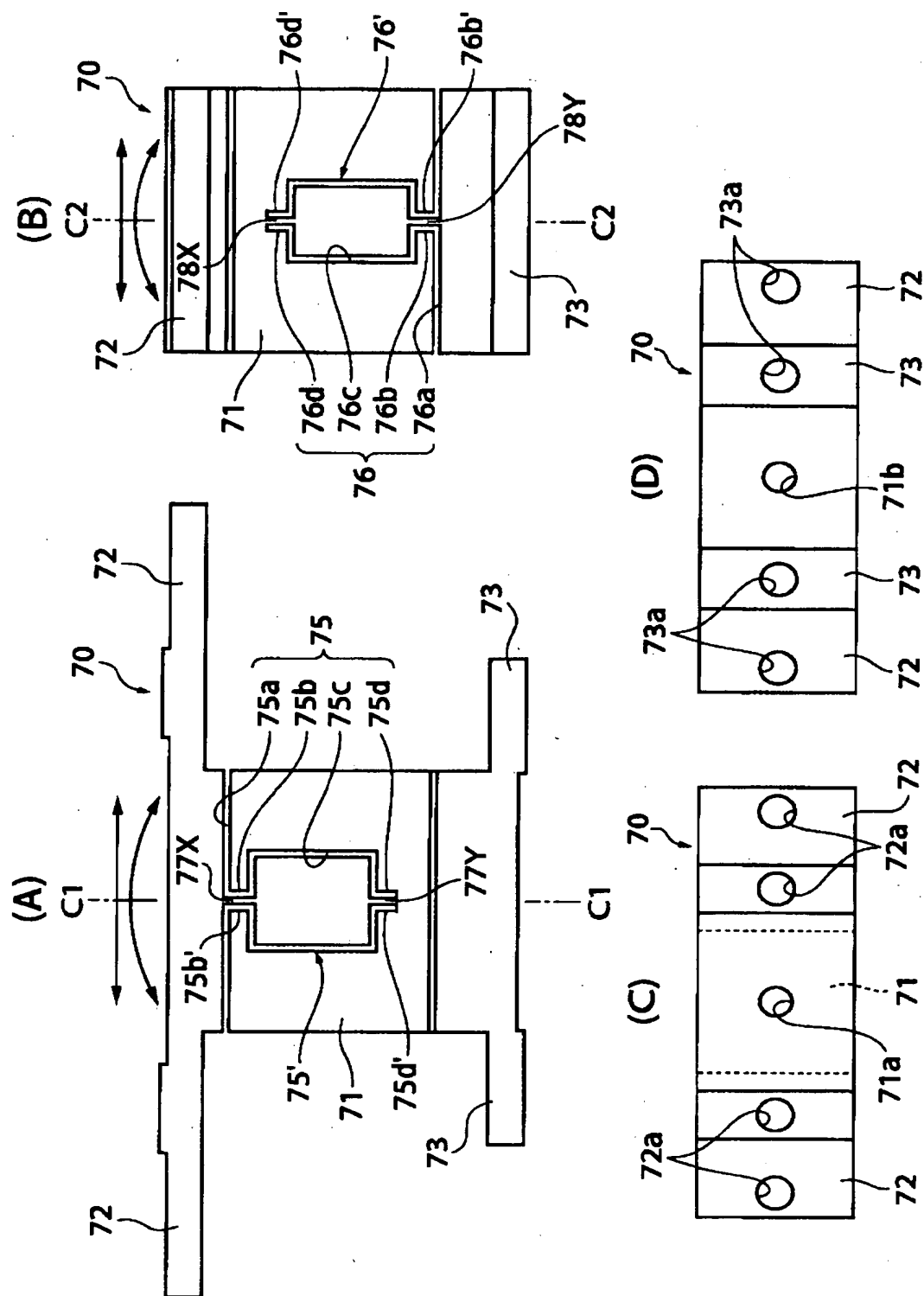
【図 7】



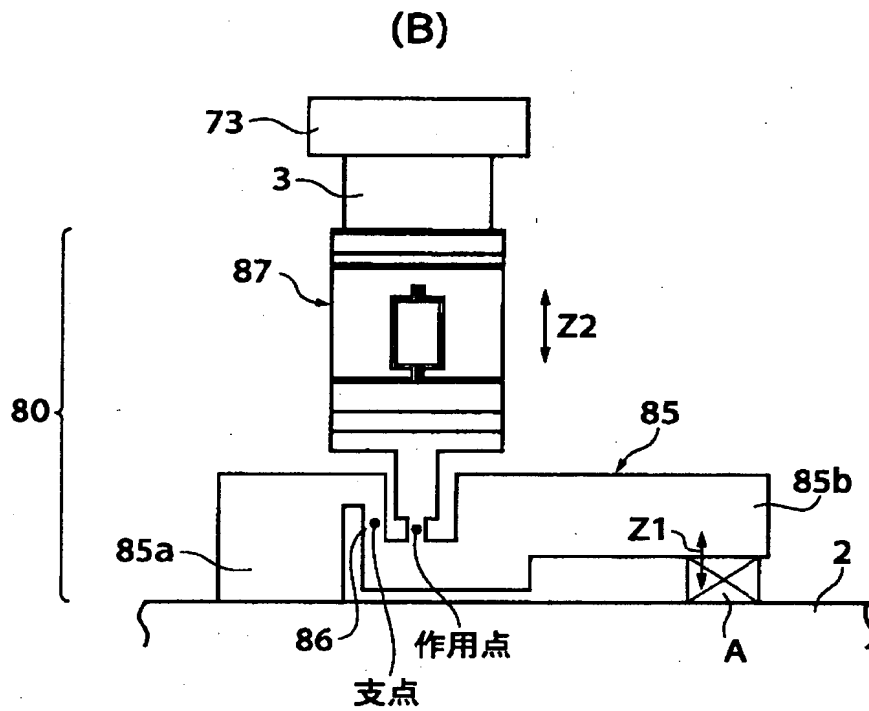
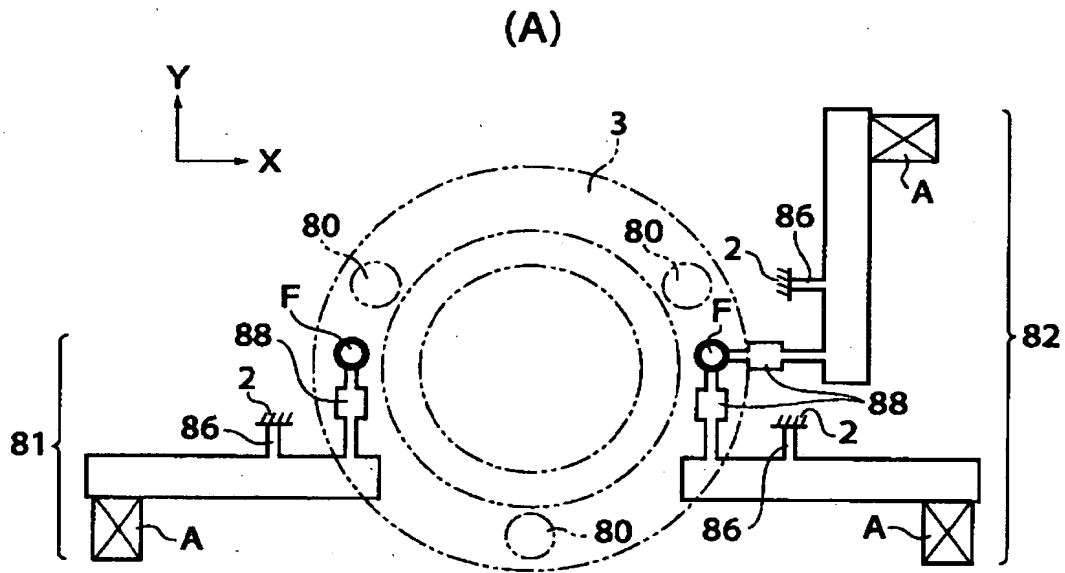
【図 8】



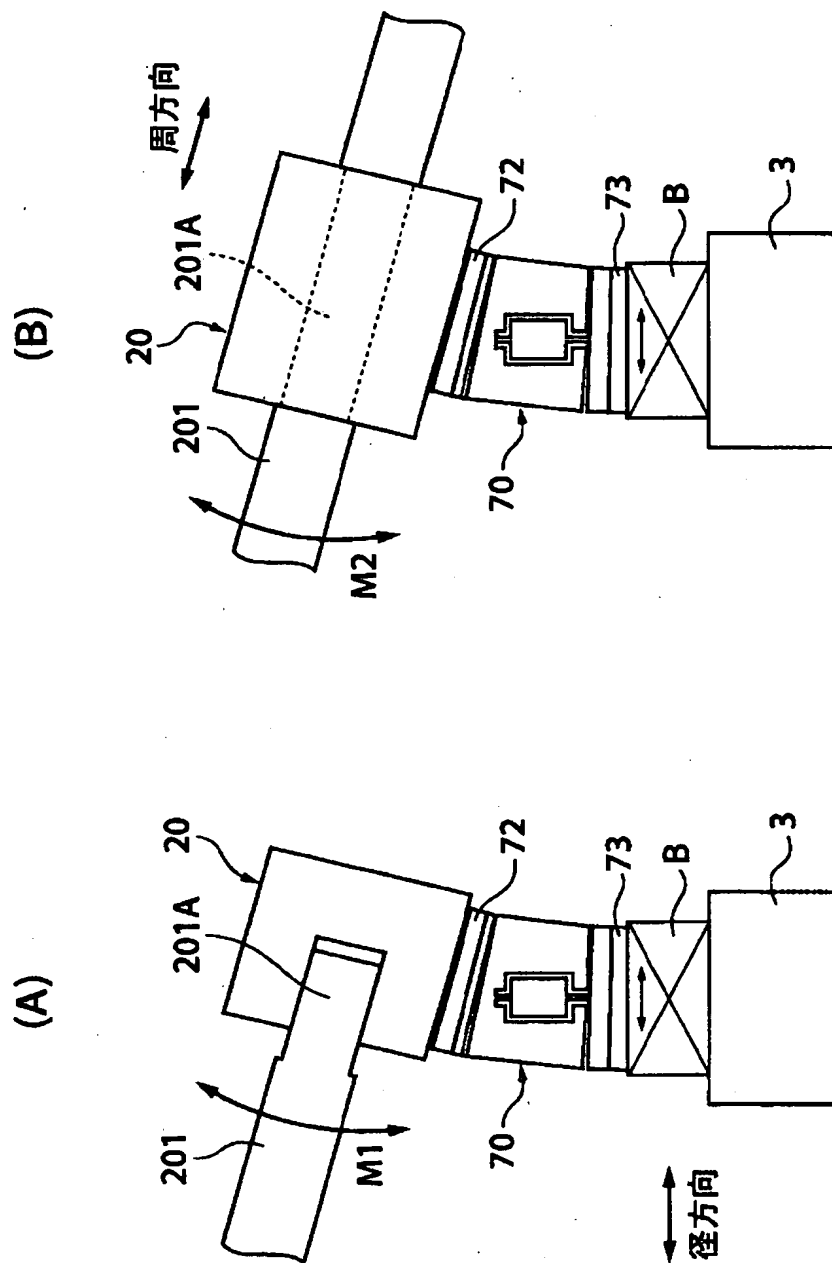
【図9】



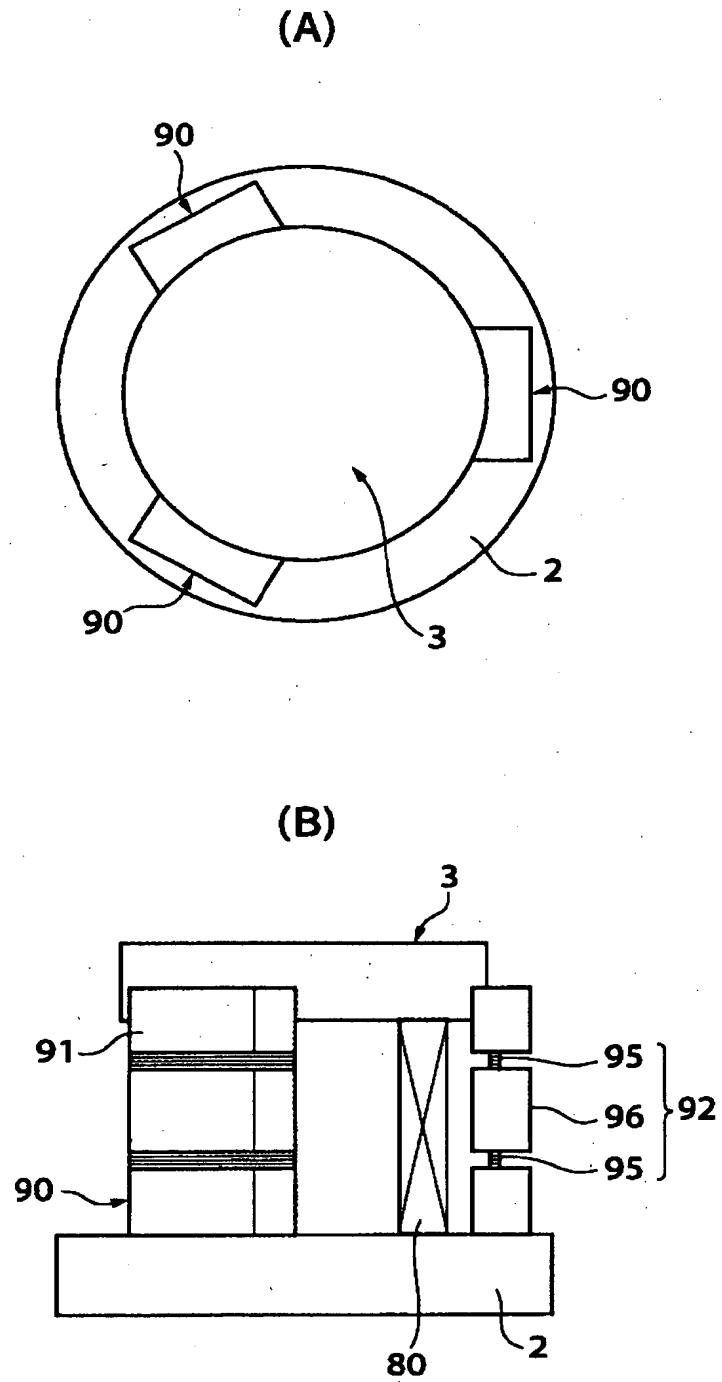
【図10】



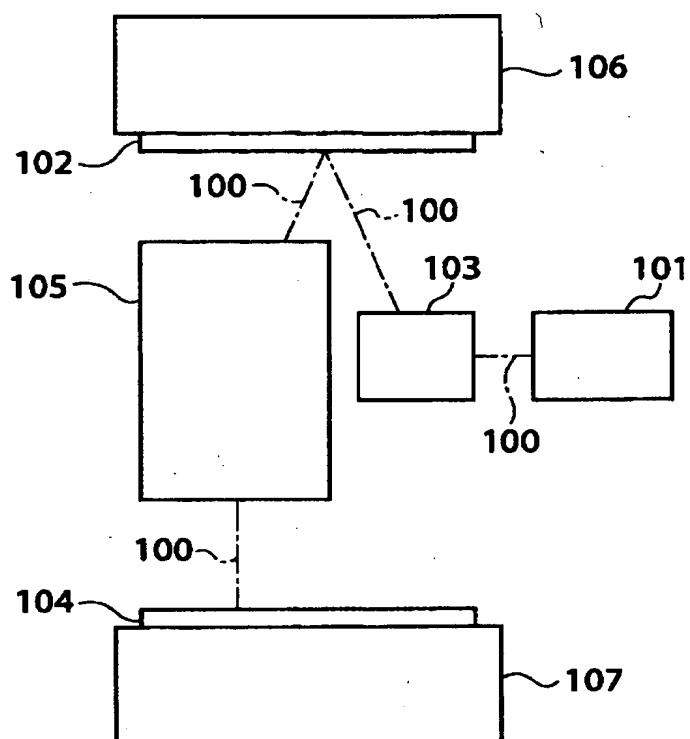
【図 11】



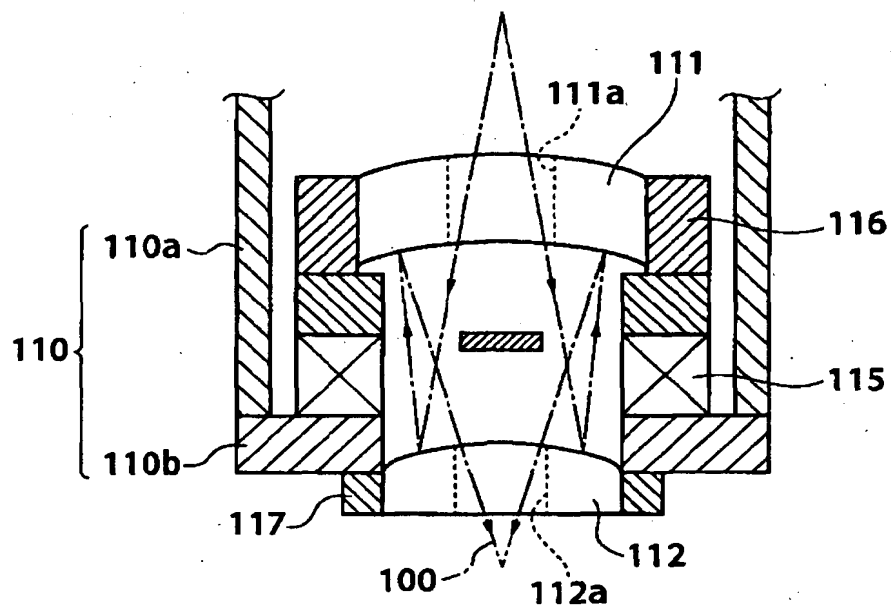
【図 12】



【図13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体デバイス露光装置等の精密光学機械において、光学素子の変形を抑制することのできる光学素子保持機構等を提供する。

【解決手段】 光学系鏡筒内のミラー 1（光学素子）は、3組の保持部材セット 10 で保持されている。これら保持部材セット 10 は、ミラー 1 側周面に 120° 振り分けられて分散配置されている。保持部材セット 10 は、リングに連結される連結部材 18 を備えている。連結部材 18 の内側には、ミラー 1 側周面に接着剤 17 で接着される接着部材 16 と、この接着部材 16 からミラー 1 の周方向の双方向にそれぞれ延びる 2 枚の板バネ 11 とが設けられている。板バネ 11 は、2 枚のバネ片 12 が剛体片 13 を挟んで直列に接続されてなる。板バネ 11 はミラー 1 の径方向に容易に変形できる。そのため、ミラー 1 の不均一な局所変形を小さく抑えることができる。

【選択図】 図 1

特 2002-182867

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-182867
受付番号	50200917016
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年 6月25日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 6月24日

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
氏 名	株式会社ニコン

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [596075462]

1. 変更年月日 1997年 6月18日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都品川区二葉一丁目3番25号
氏 名 株式会社ニコン技術工房